

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2008230106

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于高清视频的车辆交通行为识别系统的 设计与实现

Design and Implementation of Behavior Recognition
System for Vehicular Traffic based on High-definition Video

郭灿阳

指导教师姓名: 林 坤 辉 教 授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2011 年 4 月

论文答辩日期: 2011 年 5 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ √ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

近年来随着城市化进程的加快，国内许多城市尤其是大中城市的车流量与日俱增。人们在享受机动车所带来的巨大便利的同时，也面临着交通拥挤的问题。在现有的条件下，建立完善智能交通系统是解决交通问题的有效方法之一。根据视频研究和识别车辆交通行为是建立和完善智能交通系统基础，从而为解决城市交通拥挤问题做出贡献。

由于普通的标清视频最高像素只有 40 万，包含的视频信息量较少，而高清视频分辨率有 200 万和 500 万，通过对高清视频的预处理，对运动车辆的检测和阴影消除，车辆轨迹的分析跟踪，车辆号牌的识别，最终对车辆交通行为的判定。本文所研究的高清视频，针对安装在交通路口和重要路段的高清摄像机所拍摄的视频，为了保证视频质量，夜间需要对环境需要一定的补光，使 24 小时视频能够比较清晰的看清路口环境信息、车辆信息、车牌号牌信息。

本文研究了基于高清视频的车辆交通行为识别系统的设计和实现方法。当高清摄像机安装在交通路口的应用场景下，可以对闯红灯车辆和不按规定车道行驶车辆进行抓拍和识别。当高清摄像机安装在实线交通路段时，可以对违章变道车辆进行抓拍和识别。

本文所研究的车辆检测、识别、跟踪算法，具有运算量小，能够快速移植到高性能 DSP 上，从而使检测、识别、跟踪算法能够集成到高清网络摄像机中。

关键词：车辆检测；轨迹跟踪；行为识别

Abstract

In recent years, with the acceleration of urbanization , the traffic flow of many cities especially metropolis is daily on the increase. People are enjoying the great convenience brought by motor vehicles, at the same time, they also face with the problem of heavy traffic . In the existing conditions, one of the effective methods to solve the traffic problem is that establishing and perfecting the intelligent transportation system. The base of establishing and perfecting the intelligent transportation system is according to the video research and identifying vehicle traffic behavior .

The highest of ordinary standard-def videos only have 40 million , they contain less video information, the resolution ratio of HD video reach 2 million and 5 million. On the base of the pretreatment of HD video, the detection of moving vehicle,the elimination of shadow, the analysis and tracking of the vehicle trajectory and the distinguish of vehicle flapper, finally we give the judgment to the traffic behavior.In this dissertation aiming at the HD video which are installed at the traffic intersection and a section of a highway, in order to ensure the video quality, the environment at the night need to fill light,so we can quite clearly see the crossroads environmental information,vehicle information and license plate card information.

The dissertation has studied the vehicular traffic behavior identification system design and realization method. When the HD cameras were installed in traffic intersection, we can shoot the picture of vehicle which run the red light or go out of the formulary driveway and identify it.

This research of the algorithm of vehicle detection and identification and the tracking algorithm which can rapidly with determinately transplanted into a DSP, thus make inspection, identification and tracking algorithm can be integrated into hd network cameras in this dissertation

Keywords:Vehicle Detection; Trajectory Tracking; Behavior Identifying.

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究的背景和意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.3 亟待解决的问题	3
1.4 本论文的组织结构	4
第二章 高清视频的图像预处理技术	6
2.1 图像去噪滤波	6
2.2 图像边缘锐化	7
2.3 本章小结	9
第三章 高清视频中运动车辆的检测和阴影消除	10
3.1 运动车辆的检测	10
3.1.1 背景差分法	10
3.1.2 通用背景模型的建立	11
3.1.3 改进型背景模型的建立	12
3.2 运动车辆的阴影消除	13
3.2.1 YUV 到 RGB 到 HSV 色彩空间的转换	13
3.2.2 HSV 色彩空间阴影检测算法	14
3.3 本章小结	17
第四章 高清视频中运动车辆的跟踪	18
4.1 运动目标识别技术概述	18
4.2 基于外形和帧间运动向量的车辆跟踪方法	18
4.3 运动车辆跟踪原理	19
4.3.1 基于轮廓演变的车辆跟踪	19
4.3.2 基于区域的车辆跟踪	20
4.3.3 基于特征的车辆跟踪	20
4.4 基于多点质心的车辆跟踪	20

4.4.1 多点质心特征的运动车辆表示	21
4.4.2 基于多点质心特征的运动车辆跟踪匹配	22
4.5 车辆跟踪测试	27
4.6 违章变道测试	30
4.7 本章小结	31
第五章 高清视频中车辆的号牌识别	33
5.1 汽车牌照自动识别系统工作原理	33
5.1.1 系统工作基本原理	33
5.1.2 车牌自动识别技术要点	34
5.2 车牌定位	38
5.2.1 车牌定位简介	38
5.2.2 定位预处理	39
5.2.3 车牌粗定位	41
5.2.4 车牌精定位	43
5.2.5 粗定位和精定位的比较	44
5.3 车牌识别区域	45
5.5 车辆号牌定位	47
5.6 车辆号牌字符分割	52
5.7 车辆号牌字符识别	54
5.8 本章小结	58
第六章 总结与展望	59
6.1 总结	59
6.2 展望	59
参考文献	60
致 谢	63

CONTENTS

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Background And Significance of The Research.....	1
1.2 Research Status.....	1
1.3 Problems To Be Solve.....	3
1.4 The Main Results of this Research.....	4
Chapter 2 HD video Image Preprocessing Technology.....	6
2.1 Denoising Filter.....	6
2.2 Edge Sharpening.....	7
2.3 Summary.....	9
Chapter 3 Moving Vehicles In High-definition Video Detection And Shadow Elimination.....	10
3.1 Detection of Moving Vehicles.....	10
3.1.1 Background Subtraction.....	10
3.1.2 Universal Background Model.....	11
3.1.3 Improved Background Model.....	12
3.2 Eliminate The Shadow of Moving Vehicles.....	14
3.2.1 YUV To RGBTo HSV Color Space Conversion.....	14
3.2.2 HSV Color Space Shadow Detection Algorithm	15
3.3 Summary	17
Chapter 4 HD video Tracking of Moving Vehicles.....	18
4.1 Research Vehicle Tracking.....	18
4.2 Shape And Frame Motion Vectors Based OnThe Vehicle Trackin.....	18
4.3 The Principle Of Tracking Moving Vehicles.....	19
4.3.1 Vehicle Tracking Based On Contour Evolution.....	19
4.3.2 Region-Based Vehicle Tracking.....	20
4.3.3 Feature-Based Vehicle Tracking.....	20
4.4 Centroid-based multi-vehicle tracking.....	20
4.4.1 Features Multi-point Center of Mass Moving Vehicles That.....	21
4.4.2 Centroid-Based Multi-vehicle Tracking And Matching Characteristics of the Movement.....	22
4.5 Vehicle Tracking Test.....	27

4.6 Illegal Lane Change Test.....	30
4.7 Summary.....	31
Chapter 5 HD video in the Vehicle Identification Number Plate.....	33
5.1 Vehicle License Plate Recognition System Works Introduction.....	33
5.1.1 Basic Principles of System Operation.....	33
5.1.2 Automatic License Plate Recognition Techniques.....	34
5.2 License plate location.....	38
5.2.1 About Licent Plate Location.....	38
5.2.2 Pre-Positioning.....	39
5.2.3 Coarse Positioning Plate.....	41
5.2.4 Precise Positioning Plate.....	43
5.2.5 Comparison of Coarse Positioning and Precise Positioning.....	45
5.3 License Plate Recognition of the Region.....	45
5.4 Brief Description of The Vehicle License Plate.....	46
5.5 Vehicle License Plate Localization.....	47
5.6 Vehicle License Plate Character Segmentation.....	52
5.7 Vehicle License Plate Character Segmentation.....	54
5.8 Summary.....	58
Chapter 6 Conclusions And Forecast.....	59
6.1 Conclusion.....	59
6.2 Prospect Research.....	59
References	60
Acknowledgements.....	63

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究的背景和意义

智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)源于日本和美国大规模道路交通运输智能化研究实验,起初这种研究主要进行道路功能和车辆智能化的研究,但是随着研究的不断深入,系统功能扩展到道路交通运输的全过程以及其相关服务部门,现在智能交通系统成为利用高新技术对传统的运输系统进行改造而形成的一种信息化、智能化、社会化的新型运输系统,它涵盖了电子技术、信息科技、模式识别、传感器技术等多门学科,是国家科研攻关的重点项目之一。

智能交通电子警察系统的发展,不仅对整个交通运输系统,而且对人们的生活方式和质量以及对社会的可持续发展,都将产生重要影响。随着我国人均机动车保有量的快速递增,交通状况也日益受到人们的重视,如何有效地科学地实施交通管理,已成为中国政府和相关部门关注的焦点。在一些大中型城市中,交通状况的管理水平对整个城市的发展尤为重要,而对违规车辆进行管理和监控则是其中一个极其重要的环节。传统上对交通违章车辆监控主要是通过埋在地下的感应器或车轴传感器来实现,这些方法对路面有损坏,施工安装和维护都不方便。随着视频技术的飞速发展和计算机运算速度的提高,基于计算机视频检测技术的交通监控系统已成为可能。计算机视频检测与其它交通检测技术相比,主要特点是安装调试方便,不破坏路面,设备维护简单,不影响路面交通状况。一个有效的交通监控系统,不仅可以提高交通系统的安全性,还可以提高道路的通行能力,同时,降低交通拥挤而造成的能源消耗和环境污染,因此建立一个高适应性、稳定性的交通监控系统势在必行。随着现阶段智能交通的不断发展,建立这样一套视频检测和违规识别系统无论从实用角度还是从经济角度都具有非常好的应用前景。

1.2 国内外研究现状

视频检测^[1]是一个是以视频图像为分析对象,通过对设定的图像进行分析得

出交通信息, 主要包括:车流量、平均车速、占有率、车型等。对这些数据的统计和管理可以有效的对整个城市的交通信息进行统筹和规划。利用视频检测, 除了可以提供一般的交通统计数据外, 还可以进行事件检测, 如交通阻塞、超速行驶、非法停车、不按道行驶、逆行等。对于违规的事件, 利用车牌识别系统可以对违规车辆进行记录和归档。由于视频检测具备灵活性和多种附加功能, 越来越受到人们的青睐。目前, 国际视频检测市场产品有:美国 Autoscope、VTDS, Video Track-900、西门子的 ARTEMIS、比利时的 Trafition 等违规识别主要是利用视频检测到的违规信息对违规车辆进行识别和记录的过程, 车牌识别技术是智能交通研究的重要内容之一, 它是和城市化进展、汽车普及、交通管理一起发展起来的, 智能交通系统的核心就是车辆的信息化, 准确无误地识别车辆。在我国已经推广的汽车车牌是目前应用最广泛的车辆标识, 正确的对汽车车牌进行识别是智能交通系统的重要组成部分。基于视频检测的车牌识别技术则是把视频检测技术和车牌识别技术的统一化。

视频检测的关键是动态检测, 即基于图像序列的检测, 常用的方法主要有光流法、模板匹配法、特征匹配法、帧间差分法、背景差分法]等。Koll 等人在模板匹配法方面做了很多工作, 他们首先根据先验知识, 建立车辆的三维模型, 然后将车辆模型用于车辆运动估计。由于在现实中车辆的外形特征和运动特征多变, 很难建立准确的模型, 且模板匹配耗时长, 所以在实际应用中, 模板匹配法很难达到实时性, 准确性也不高。光流法的计算开销太大, 不适用于交通流量的实时检测。Smith 和 Brady 在他们提出来 ASSET-2 系统中采用的是基础特征 L 匹配的运动检测方法, 这种方法需要预先知道目标的外形特征, 这在实际应用中往往是无法满足的。帧间差分法虽然计算速度较快, 但是损失了目标信息, 而且容易受噪声的影响, 检测精度和可靠性不高。背景差分法被认为是最适合于交通视频中运动目标检测的方法, 本文通过一种改进了的背景模型算法, 通过论证和仿真得到较好的检测结果。

违规分析的核心内容是车牌识别, 车牌识别主要包括车牌定位、字符切分和字符识别等几个步骤, 车牌定位技术是整个车牌识别的关键技术。Nijhuis 提出基于颜色的车牌提取算法, 该算法主要适用于有光照条件下采集的彩色图像;此外戴青云等提出基于小波变化和形态学的车牌分割方法;胡爱明提出一种基于形态学和先验知识的车牌定位方法;但抗扰度较低;卢雅琴提出一种基于数学形态

学的定位方法，缺点是对外部变化的自适应能力不强。本文提出一种改进的预处理方法和基于 Sobel 算子的，在图像块内进行 4 阶最大梯度水平差分法，有效的解决了定位阶段的车灯干扰问题。车牌字符识别，目前比较流行的方法主要有模板匹配算法，基于字符特征的识别算法和神经网络的字符识别算法，本文设计一个三级分类器较好的实现车牌字符识别。

1.3 亟待解决的问题

虽然国内外研究学者在基于视频处理的交通事件识别方面取得了一定成果，并在实际工程中得到应用，但仍存在一系列技术问题亟待进一步解决。

1. 杂环境下的运动车辆检测

运动车辆的有效检测是基于视频处理的交通行为识别问题中最基本的技术环节，可为车辆的行为模式分析与交通行为识别提供区域对象元素。而背景模型是获取前景运动区域的最有效方法。由于实际交通视频场景中包含大量的运动车辆，且受到光照、天气变化，树木、旗帜等背景物体晃动的影响，导致图像序列中背景的不断变化，因此，自适应的获取初始背景图像以及不断的更新修正背景内容是车辆视频检测研究中一项重要内容。另外由于受到自然光照的影响，利用背景模型获取的前景运动会附带其运动阴影。由此会产生目标车辆的形变，从而对车辆的识别与跟踪产生较大的影响。因此，如何实现多车辆的自适应运动阴影剔除也是运动车辆检测环节中的一个难点。

2. 遮挡条件下的混合运动车辆跟踪

运动跟踪技术是实现混合交通运动对象运动特性与交通行为分析的有效手段，通过运动跟踪能够获取运动车辆的时空状态特征。由于运动车辆运动行为、周围环境的复杂性、多样性，尤其是运动车辆与背景及运动车辆之间的暂时性遮挡，可能会导致跟踪算法的失效，因此建立复杂遮挡条件下的运动车辆跟踪算法十分必要。目前针对跟踪算法取得了一定的研究成果，但是当场景存在不同类别多车辆且发生相互遮挡的情况时，如何将其分割并准确跟踪仍是一个亟待解决的技术难题。

3. 运动车辆交通行为识别

利用运动跟踪能够获取交通对象的轨迹分布，结合模式学习方法可实现运动

车辆交通行为的理解与分析。目前基于轨迹的行为模式分析方法大多通过轨迹的空间距离特征获取运动车辆的具体行为模式,但由于实际应用中基于轨迹的行为模式分析研究的目的与角度的多样性以及复杂性,仅依靠轨迹的空间距离特征进行车辆的交通行为模式研究是较为片面的。因此,结合运动车辆的综合特征属性获取完整、全面的运动模式进而实现交通行为理解是今后的重点研究内容之一。

经过上述分析,基于视频处理的交通行为识别研究中所存在的技术难点问题主要集中在复杂环境下的运动目标检测、遮挡条件下的混合运动目标跟踪、运动车辆交通行为识别等方面,围绕这些亟待解决的技术难点,制定了本文的研究框架并展开具体的研究工作。

1.4 本论文的组织结构

本论文利用视频检测与识别、运动跟踪技术提取高清视频图像序列中的运动车辆,获取其运行轨迹及时空参数,分析理解运动车辆的交通行为,结合客观交通场景及时空对象信息,构建交通事件的通用数学表达模式,实现交通事件的自动辨识。根据上述具体研究工作,确定论文章节安排如下:

第一章 绪论。本章介绍了论文的课题来源、研究背景、研究目的与意义,针对国内视频事件识别系统的研究现状进行了综述,并分析了目前该研究领域所面临的主要技术难点,阐述了论文的主要工作内容,最后给出了论文的章节安排。

第二章 高清视频的图像预处理技术。本章首先对高清图像预处理技术进行研究。采用图像去噪滤波算法,对噪声较高的夜间视频减少噪声;采用图像边缘锐化算法,增加图像边缘信息。以提高运动目标的检测效果和消除阴影的效果。

第三章 高清视频中运动车辆检测和阴影消除。本章首先对背景模型进行研究。采用基于差分的背景初始化算法,实现复杂变化场景下的前景运动区域检测。其次针对运动区域动态阴影问题,在运动分割的基础上构建了基于 HSV 颜色变化度的自适应运动阴影检测方法,以提高运动目标的检测效果。

第四章 高清视频中运动车辆的跟踪。本章首先介绍各种常见的运动车辆跟踪方法,然后提出采用多点质心特征的运动车辆表示方法,以及采用多点质心特征匹配技术的车辆跟踪技术,以提高运动车辆跟踪的准确性。同时根据跟踪轨迹,得到车辆的违章行为。

第五章 高清视频中车辆的号牌识别。本章将从视频中抓拍出的具有违章行为的车辆，对其号牌进行识别，以便进行后续违章处罚。

第六章 总结与展望。本章总结了论文的研究内容与特色，并对未来的研究工作进行了展望。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 高清视频的图像预处理技术

高清视频监控系统是多媒体技术、计算机网络技术、工业控制技术和人工智能等技术的综合运用，正向视频 / 音频的数字化、系统的网络化、自动化和管理的智能化方向不断高速发展。而图像处理技术是视频监控系统的关键技术之一，直接反应了视频监控技术水平。

2.1 图像去噪滤波

常用的滤波算法可分为两类:线性滤波算法和非线性滤波算法。线性滤波器有均值滤波器、高斯平滑等，非线性的滤波器有中值滤波器、边缘保持滤波器。线性滤波器对高斯噪声有很好的滤除效果，但是会模糊图像中尖锐不连续部分，根据我们得到的帧图像的特点，本文选用非线性滤波中的中值滤波^[3]。中值滤波器能抑制脉冲干扰和椒盐类的噪声，而且对于边界影响较小，保持图像的边缘不变模糊。由于采集到的帧图像都是二维的，故采用二维中值滤波器，它通过选取一个移动的窗口模板，该模板内部含有奇数个像素，然后对应模板中心像素的灰度值用模板内各个像素灰度的中间值来代替。对于一幅图像的像素矩阵，取以目标像素为中心的一个子矩阵窗口，这个窗口可以是 3×3 、 5×5 等，根据需要选取，对窗口内的像素灰度排序，取中间一个值作为目标像素的新灰度值，本文用 3×3 矩阵 Array[9]，然后对这 9 个元素的灰度进行排序，以排序后的中间元素 Array[4] 为窗口中心点的新灰度值，完成对像素的中值滤波，再迭代其他需要的像素进行滤波即可。具体步骤如下：

(1) 设置模板大小。模板大小有 3×3 ， 5×5 ， 7×7 ， 9×9 甚至更大。模板选取的越大，滤波器对噪声的抑制效果就越好，但同时有效信号损失也明显增大，耗时也更长，综合考虑我们在实验中选取 3×3 的窗口模板。

(2) 使模板在图像中的每个像素上移动，并使模板中心与该像素位置重合，最终完成对图像中所有像素的遍历。

(3) 读取模板对应下的各个像素的灰度值，并将这些值进行排序，由于是取中值，所以模板内的资料无所谓采取升序或者降序顺序。

(4) 取排序后的中间值，将其赋给模板中心位置的像素。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库